

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année scolaire
1933-1934

THÈSE

N°

551

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

FISCHGOLD (Herman)

Né le 1^{er} Juillet 1899, à Botosani (Roumanie)

L'ÉTUDE FONCTIONNELLE
DU CŒUR
PAR LA RADIOKYMOGRAPHIE

Président de la Thèse : M. LOEPER, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, Rue Hautefeuille

1933

Année scolaire
1933-1934

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE (DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

FISCHGOLD (Herman)

Né le 1^{er} Juillet 1899, à Botosani (Roumanie)

L'ÉTUDE FONCTIONNELLE DU CŒUR PAR LA RADIOKYMOGRAPHIE

Président de la Thèse : M. LOEPER, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, Rue Hautefeuille

1933

LE DOYEN

V. ROUSSY.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.	PROUST.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale.	CLERC.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie.	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.	TIFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie, thérapeutique et climatologie	M. VILLARET.
Clinique médicale.	CARNOT.
	BEZANCON.
	ACHARD.
	M. LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.	LEMIERRE.
	LENORMANT.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	CUNÉO.
Clinique ophtalmologique	GRÉGOIRE.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE
	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	PIERRE DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la tuberculose	L. BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE.
	MULON.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	
ALAJOUANINE . . .	Neurologie et psychiatrie.
AUBERTIN	Pathologie médicale.
BÉNARD (Henri) . .	Pathologie médicale.
BROCQ	Pathologie chirurgicale.
BRULÉ	Pathologie médicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CADENAT	Pathologie chirurgicale.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHABROL	Pathologie médicale.
CHAILLEY-BERT . .	Physiologie.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
DONZELOT	Pathologie médicale.
ECALLE	Obstétrique.
FEY	Urologie.
GASTINEL	Bactériologie.
GATELLIER	Pathologie chirurgicale
DE GAUDART	
D'ALLAINES	Pathologie chirurgicale.
GIROUD	Histologie.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD	Pharmacologie.
HUGUENIN	Anatomie pathologique.
JOANNON	Hygiène.

MM.	
LABBE (Henri) . . .	Chimie biologique.
LAROCHE (Guy) . .	Pathologie médicale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LÉVY-VALENSE . . .	Neuro-psychiatrie.
LIAN	Pathologie médicale.
MONDOR	Pathologie chirurgicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET . . .	Pathologie chirurgicale.
MOURE	Pathologie chirurgicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
OLIVIER	Anatomie.
PIÉDELIEVRE	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
QUENU	Pathologie chirurgicale.
RICHET (Fils) . . .	Physiologie.
SANNIÉ	Chimie biologique.
SÉZARY	Dermatologie et syphiligraphie.
TROISIER	Pathologie expérimentale et comparée.
VALLERY-RADOT	
(Pasteur)	Pathologie médicale.
VAUDESCAL	Obstétrique.
VELTER	Ophthalmologie.
VIGNES	Obstétrique.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens.

MM.	
LEQUEUX	Obstétrique.
LEROUX	Anatomie pathologique.

MM.	
NEVEU-LEMAIRE . .	Parasitologie.
RETTERER	Histologie.
ZIMMERN	Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	SCHWARTZ	Clinique chirurgicale.
CHIRAY	Clinique médicale.	LE LORIER	Clinique obstétricale.
DUVOIR	Clinique médicale.	LÉVY-SOLAL	Clinique obstétricale.
BASSET	Clinique chirurgicale.	METGER	Clinique obstétricale.
HEITZ-BOYER	Clinique chirurgicale.	GUENIOT	Clinique obstétricale.
MOCQUOT	Clinique chirurgicale.		

V. — CHARGÉS DE COURS

FREY	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT, agrégé	Éducation physique,
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MA FEMME

*A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HOPITAUX DE PARIS*

A Monsieur le professeur H. VAQUEZ.

Membre de l'Académie de Médecine,
Commandeur de la Légion d'Honneur,

dont la haute autorité et la grande bienveillance nous ont été si précieuses.

Qu'il accepte l'assurance de notre vive reconnaissance et de nos respectueux hommages.

A mon Président de Thèse, M. le professeur
MAURICE LOEPER

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin de l'Hôpital de la Pitié, Officier de la Légion d'Honneur,

qui m'a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de cette
thèse.

Hommage de ma très grande admiration.

A Monsieur le docteur DELHERM.

Electroradiologiste de l'Hôpital de la Pitié,
Officier de la Légion d'Honneur.

Que le Maître éminent, à qui nous devons la plus grande reconnaissance pour sa bonté si agissante et toute l'affection qu'il nous a témoignée, trouve ici l'expression de notre entier dévouement et de notre plus vive admiration.

Nous avons trouvé chez lui non seulement l'enseignement quotidien, mais aussi l'exemple d'une activité infatigable.

Il a dirigé nos études scientifiques et nous a donné la méthode et les moyens de les poursuivre utilement.

A Monsieur le docteur EMILE BORDET.

Le créateur et le Maître incontesté de la cardio-radiologie française, dont les travaux ont permis l'élaboration de cette thèse.

Il nous a fait l'honneur de nous associer à ses recherches et nous a accordé son amitié.

Qu'il accepte nos remerciements et soit sûr de notre affection.

A Monsieur le docteur P. THOYER ROZAT.

Il fut notre Maître et nous honora de sa collaboration dès notre arrivée dans le Service.

En toutes circonstances, il nous a soutenu de ses conseils. Sa douce fermeté, alliée à un esprit scientifique et clinique de premier ordre nous a été du plus puissant secours.

Nous ne saurons jamais assez lui exprimer les sentiments de gratitude que nous lui devons.

Qu'il ne doute ni de notre affection, ni de notre attachement sincère.

A Monsieur le docteur MOREL-KAHN

j'offre l'expression de ma sincère amitié.

Ses conseils et sa grande érudition ont été pour moi tout le temps le fil d'Ariane dans la conquête de notre spécialité.

*A mes camarades de la Pitié
le docteur PH. CODET*

qui si souvent collabora avec nous.

A MM. DEVOIS et STUHL
Assistants du Service,

en toute cordialité et sympathie.

INTRODUCTION

Les recherches sur la radiographie dynamique du cœur qui constituent l'objet de ce travail, ont été commencées il y a deux ans. Les importants travaux du docteur Stumpf (de Munich), sur la kymographie plane, nous ont servi de point de départ et le service d'électroradiologie du docteur Delherm, à l'hôpital de la Pitié, a constitué pour nous un centre de recherches parfait.

C'est en effet, dans ce service que le docteur Delherm a fait, en 1910, avec le docteur Laquerrière, les premiers essais de téléradiographie, poursuivis, ultérieurement, avec le regretté docteur Chaperon, par l'étude approfondie des hiles et de la circulation pulmonaire.

C'est ici, également, que le docteur P. Thoyer-Rozat a largement contribué à l'étude de l'aorte descendante et des gros vaisseaux du pédicule.

Et c'est encore à la Pitié que se sont poursuivis les travaux, désormais classiques de Vaquez et Bordet et que le docteur Bordet continue son incomparable enseignement de la radiologie du cœur.

Nous avons eu la bonne fortune de bénéficier de l'apprentissage journalier, des conseils éclairés et de l'expérience clinique de ces Maîtres éminents, qui nous ont fait le grand honneur de nous accepter comme leur collaborateur; aussi cette thèse, qui contient les résultats essentiels de deux années de recherches poursuivies en commun, n'a été possible que grâce à leur appui permanent.

La radiokymographie plane de Stumpf et ses nombreuses applications dans le domaine de la pathologie cardiaque ont déjà fait l'objet d'une série de communications et de notes publiées avec MM. Delherm, Thoyer-Rozat et Codet au cours des années 1932 et 1933; les docteurs Lamy et

Bonte l'ont largement exposée dans leurs thèses. Les emplois de la radiokymographie pulmonaire ont été mis au point dans une note du professeur Léon Bernard et ses élèves et dans la thèse du docteur Lardé.

Nous nous proposons, au cours de ce travail, d'exposer les résultats nouveaux que nous avons obtenus en transformant la radiokymographie plane de Stumpf en une méthode graphique d'exploration fonctionnelle du cœur par les rayons X.

Il ne s'agit ici que d'un début; la radiologie dynamique du cœur, pour prendre son essor, avait besoin d'un renouveau de technique. Nous espérons montrer, dans les pages qui suivent, que ce renouveau s'est produit et que la radiokymographie utilisée comme méthode graphique, possède actuellement une base, qui, sans être définitive, a largement reçu la confirmation de la physiologie et de la clinique.

EXAMEN FONCTIONNEL DU CŒUR PAR LES RAYONS X

La radiologie du cœur, basée sur l'étude anatomique de l'organe, constitue aujourd'hui un édifice complet et bien délimité. Ses données classiques, telles qu'elles résultent des travaux de E. Bordet, en France, de Moritz, Diethen et Groedel en Allemagne, commencent à s'incorporer à la séméiologie cardiaque comme l'auscultation, la percussion et la palpation.

Deux techniques qui devraient se compléter, continuent encore à se faire concurrence : l'orthodiagramme et la téléradiographie.

La discussion de leur valeur réciproque revient avec une véritable périodicité dans les débats de nos Sociétés Savantes. Récemment encore, à la Société Médicale des Hôpitaux de Paris et dans les séances de la Société de Radiologie médicale de France, les deux méthodes ont été tour à tour défendues et décriées.

Le professeur Chaumet, dans son traité de Radiodiagnostic, expose très objectivement les avantages et les désavantages des deux techniques, tout en apportant les résultats de sa riche expérience en faveur de l'Orthodiagraphie classique, des procédés géométriques et des expressions numériques.

Il ne s'agit pas, pour nous, de prendre part dans ce débat qui dépasse le cadre de ce travail : contentons-nous de signaler le fait que la radioscopie permet l'étude des battements du cœur. De ce point de vue, l'examen à l'écran de l'image cardio-vasculaire, prend une grande et nouvelle importance, et c'est dans les travaux du docteur E. Bordet, sur l'étude radioscopique des battements du cœur qu'on trouvera les premières indications pour un examen fonctionnel du cœur par les rayons X.

Un tel examen fonctionnel constituait jusqu'aux derniers temps la préoccupation exclusive des physiologistes et des cardiologistes, qui, à partir de Marey, avaient édifié d'une manière brillante, la méthode graphique avec ses applications cliniques.

Marey introduisait par les veines du cou, chez le cheval, une sonde manométrique qui pénétrait dans l'oreille droite et le ventricule. Par l'intermédiaire de cette sonde, les variations de la

pression intracardiaque, fonction des contractions pariétales s'inscrivaient sur un cylindre enfumé. Les courbes, ainsi obtenues chez le cheval, ont été retrouvées chez d'autres animaux (chien, lapin) et sont reproduites actuellement dans les précis de physiologie; elles ne pouvaient être obtenues chez l'homme que dans des circonstances exceptionnelles (absence congénitale du sternum) jusqu'au moment où Pachon a trouvé sur le cardiogramme mécanique, pris en décubitus latéral gauche (D. L. G.) les mêmes accidents présentés déjà par la courbe cardiomanométrique.

Les courbes veineuses (phlébographiques) et surtout l'électrocardiographie ont eu la plus grande importance dans l'étude des arythmies.

Quelle pouvait être la contribution de la radiologie dans ce domaine?

La radioscopie permet une exploration directe dans le temps, de l'organe, vu dans son ensemble. Cette exploration utilise les différences d'opacité aux rayons X des tissus. Le sang et les parois musculaires ont la même constitution atomique; il est impossible à l'écran ou sur les clichés radiographiques de différencier les cavités, dans l'opacité globale du cœur.

Un premier problème se posait donc dans l'application des rayons X à l'étude de la physiologie du cœur : mettre en évidence le comportement des cavités, oreillettes et ventricules, pendant la révolution cardiaque.

Depuis l'expérience sensationnelle de Forssmann, on peut dire que la solution de ce problème est à entrevoir. Forssmann s'est introduit à lui-même une sonde souple par la veine du bras et l'a fait avancer jusque dans la veine cave supérieure, à proximité de l'oreillette droite. Une fois la sonde reconnue en place, il s'injecte une solution concentrée iodée. Cette expérience est à la base de la nouvelle méthode d'angiopneumographie (mise en évidence de la circulation pulmonaire) de Carvalho, Moriz et Lima. Ravina, Sourice, Cottenot, Benzaquen, en France, ont radiographié les cavités du cœur de l'animal pendant la systole et la diastole; ils injectent par voie veineuse la substance opaque et prennent des clichés, au moment voulu, grâce au sélecteur de Cottenot.

Janker et Naegeli en Allemagne ont les premiers essayé la ponction directe des ventricules, chez l'animal; les communications et articles de Reboul et Racine ont montré l'intérêt de cette belle méthode. Même si on fait abstraction de la possibilité d'appliquer ce procédé chez l'homme, les images déjà publiées donnent une base concrète et tout à fait nouvelle à la pensée radiologique.

En ce qui concerne l'examen des battements du cœur humain,

la radioscopie ne semblait pas donner des résultats trop encourageants. Dans une série de publications, Laurell montrait les résultats contradictoires auxquels avaient abouti divers auteurs.

La difficulté de cet examen réside, comme l'avait expliqué E. Bordet, dans le fait que chaque cavité présente des mouvements de systole et de diastole propres, mais subit en même temps l'influence du mouvement transmis par les cavités voisines; d'autre part, en dehors des mouvements de contraction ou de décontraction, l'ovoïde cardiaque est soumis à un mouvement de torsion et de l'ensemble. Ces difficultés avaient fait penser que la révolution cardiaque, telle qu'elle se manifeste sur les bords de l'image radioscopique de l'organe, est d'une complexité qui défie toute analyse. Malgré ces difficultés, E. Bordet avait distingué un nombre impressionnant de faits, qui, dans la plus grande partie, sont confirmés par les nouvelles méthodes d'examen que nous allons exposer.

Du point de vue technique, tout le développement de la radiographie cardiaque avait comme ligne directrice le raccourcissement des temps de pose. A mesure que l'exposition était plus courte, le cliché devenait de plus en plus net, mais il exprimait toujours un état statique du cœur, à un moment indéterminé de sa révolution.

Les essais de radiocinématographie, malgré le travail admirable de Groedel, Lomon, Commandon et Janker, pour ne citer que ceux qui ont créé du nouveau dans ce domaine n'ont abouti qu'à une méthode de laboratoire. Ce n'est qu'au cours de ces dernières années que la radiologie dynamique du cœur est entrée dans une période pratique, lui permettant de rendre service à la clinique et à la physiologie.

Une première méthode de radiologie dynamique est la radiographie sélective du docteur Cottenot, qui consiste dans la prise de deux clichés, de très courte durée, au cours d'une révolution cardiaque : un premier cliché fixe le cœur en systole, un deuxième en diastole. La superposition des calques de ces deux images donne une idée très juste de la différence entre l'aire du cœur en systole et l'aire du cœur en diastole, donc de l'amplitude du battement du cœur. Cette méthode a le grand avantage d'être d'un emploi très facile; un brassard sphygmomanométrique transmet les battements de l'artère humérale du sujet à un relai qui déclanche la prise du cliché. Le dispositif peut être appliqué sur un appareillage de puissance moyenne et ne modifie d'ailleurs en rien la prise du cliché qui se fait en quelques centièmes de seconde. La radiographie sélective du cœur offre un grand champ d'observation. Un physiologiste américain a publié les

résultats de ses recherches sur le débit cardiaque : les différences de surface sont transformées, grâce à une formule empirique, en différences de volume du cœur, en systole et en diastole ; ces différences représentent le débit de l'onde sanguine, expulsée des ventricules au cours d'une révolution cardiaque. Les résultats de l'auteur américain coïncident d'une manière étonnante avec ceux qui sont obtenus par la méthode de la concentration des gaz dans le sang. Mais sans parvenir jusqu'aux résultats du physiologiste américain, la radiologie sélective du cœur a déjà rendu un grand service : en la faisant entrer dans l'utilisation journalière, elle a montré que la téléradiographie, comme méthode de précision, laisse encore beaucoup à désirer. La téléradiographie ne corrige que le facteur distance — quand l'éloignement de l'ampoule dépasse deux mètres — mais elle laisse persister le facteur révolution cardiaque qui, à côté du facteur respiration et centrage, fausse les résultats et rend des clichés pris chez le même sujet, difficilement comparables entre eux. La radiographie sélective nous donne l'image du cœur en diastole et en systole, mais la radiokymographie nous donne l'inscription radiographique de toute la révolution cardiaque.

LE PRINCIPE DE LA RADIOKYMOGRAPHIE

Pour exposer le principe de la radiokymographie, nous considérons utile de rappeler les procédés classiques de la méthode graphique, avec ses applications à la cardiologie.

L'**inscription mécanique** de Marey utilise le patin à ressort, les manchettes et les tambours pneumatiques pour recueillir le mouvement; les leviers, les styles et le papier enfumé servent à son inscription. La sphymographie, la cardiographie, la phlébographie et l'inscription œsophagienne constituent ses principales applications.

L'**inscription électrique**, ou l'électrocardiographie, consiste dans l'enregistrement photographique des courants d'action qui accompagnent les contractions du muscle cardiaque. Les courants font dévier la corde du galvanomètre d'Einthoven, dénuée presque de toute inertie; les mouvements de cette corde sont photographiés devant une fente. Dans un procédé plus moderne, les courants d'action font dévier un faisceau d'électrons dans l'oscillographe cathodique et l'inscription ainsi obtenue est complètement dénuée d'inertie.

L'**inscription optique** se propose la suppression de la plupart des intermédiaires mécaniques, donc de l'inertie. Le style inscripteur est réalisé par un faisceau de lumière qu'un petit miroir réfléchit sur un papier photosensible; ce sont les déplacements du miroir qui traduisent les pulsations de l'organe, et qui, en variant l'angle de réflexion du faisceau lumineux, inscrivent une courbe sur le papier photographique. L'inscription optique a trouvé son emploi dans la sphigmo-cardiographie et la phlébographie. Le polygraphe optique de Lutembacher en constitue la réalisation la plus heureuse et la plus simple: les styles et les tambours de Marey sont maintenus, mais ils se déplacent devant une fente linéaire sous laquelle passe un film débité par deux rouleaux; les styles sont interposés sur le trajet d'un faisceau de lumière et c'est leur ombre qui se projette sur le film.

L'**inscription radiokymographique** devrait entrer dans le cadre des inscriptions optiques, mais elle se différencie grâce au

fait que le *faisceau de lumière roentgénienne* utilisé pénètre dans l'intérieur du corps et permet l'inscription de mouvements qui ne se manifestent par aucun signe extérieur perceptible sur les parois thoraciques.

Le style inscripteur de Marey est remplacé par le faisceau de lumière roentgénienne. Tout autre pièce intermédiaire étant supprimée, le faisceau roentgénien tangent à la silhouette du cœur, suit les déplacements du bord, de sorte que le cœur enregistre lui-même ses variations volumétriques.

Le principe de la méthode a été formulé il y a vingt ans, par deux radiologistes allemands, Gott et Rosenthal; il consiste dans l'inscription des battements d'un point de la silhouette du cœur à travers une fente mince, taillée dans un écran de plomb opaque aux rayons X. Une cassette porte-film glisse devant la fente, avec un mouvement uniforme, inscrivant les battements du point : d'après ce que le point choisi appartient au ventricule, à l'oreillette ou à un gros vaisseau, la courbe obtenue traduit les *variations volumétriques* de la cavité respective.

Le contour du cœur, caché dans l'intérieur de la cage thoracique se révèle par les différences d'opacité roentgénienne qui existe entre cet organe rempli de sang et le poumon environnant, rempli d'air. La silhouette du cœur n'est donc, physiquement parlant, qu'une *ligne de contraste* entre deux organes qui absorbent d'une manière différente les rayons X; un point de cette silhouette ne sera autre chose qu'un *point de contraste* roentgénien.

Quand les cavités cardiaques se remplissent ou se vident de leur contenu, les parois suivent la variation des cavités de sorte que la pulsation cardiaque, visible à l'écran, traduit justement le déplacement systolique et diastolique d'une ligne de contraste dont la courbe kymographique inscrit un seul point.

Le rayon roentgénien devient dans ce cas un véritable style inscripteur, qui adhère à la paroi et, sans inertie et déformation suit les variations de volume du cœur; entre le cœur qui bat et le film qui reproduit la courbe de son battement il n'y a aucun intermédiaire.

L'appareil que nous utilisons actuellement dans le laboratoire de la Pitié, a été mis au point dans le service, avec MM. les docteurs Delherm, P. Thoyer-Rozat et Codet et avec le concours de M. Poitteven, ingénieur de la Compagnie Générale de Radiologie.

L'appareil de Stumpf, qui nous a servi de base, dans nos travaux, comportait un écran à fentes multiples espacées les unes des autres de 12 millimètres environ.

Cignoloni a obtenu des kymogrammes à l'aide d'un écran d'un

modèle spécial, constitué de bandes juxtaposées, dans chacune desquelles on peut placer une fente à la hauteur convenable.

L'appareil construit par la Compagnie Générale de Radiologie est réalisé d'après un principe nouveau, grâce auquel ses possibilités d'emploi sont considérablement augmentées. Ce principe consiste à constituer l'appareil de trois compartiments de dimensions identiques, dont l'élément central est mobile et les deux autres fixes; à réaliser, d'autre part, des grilles kymographiques, des écrans radioscopiques, des châssis radiographiques interchangeables, qu'on peut mettre dans un ordre quelconque dans les trois compartiments. Pour cela il suffit de donner à ces différents accessoires les mêmes dimensions d'encombrement. Il résulte de cette disposition que l'on peut, à l'aide de cet appareil, procéder aux opérations suivantes:

Radioscopie simple; Radiographie simple; Kymographie à grille fixe; Kymographie à grille mobile.

On peut encore faire une radioscopie ou une radiographie de centrage à l'aide d'une grille spéciale comportant des fils opaques correspondant aux fentes transparentes de la grille kymographique. De cette manière, on peut centrer le sujet en radioscopie, en amenant l'un des fils exactement devant le point dont on désire analyser le mouvement et conserver un document radiographique relatif à ce centrage.

Le déplacement de la grille ou du film, c'est-à-dire la longueur sur laquelle s'étend chaque courbe du kymogramme, peut être de 15, 30 ou 45 millimètres. La durée correspondant à ces déplacements peut être réglée entre une seconde et plusieurs dizaines de secondes.

L'appareil peut fonctionner en trois positions dont deux correspondent à son utilisation avec malade debout (direction du mouvement soit vertical, soit horizontal), et une à son utilisation avec malade couché.

Enfin, une pendule opaque permet d'obtenir une inscription chronométrique sur chaque cliché, grâce à laquelle on peut connaître la durée de chaque phase du cycle étudié. Cette pendule passe périodiquement devant la fente kymographique et marque ainsi un crochet tous les $\frac{1}{4}$ de seconde.

Le travail qui suit, n'a été possible que grâce au nouvel appareil, le procédé de Stumpf, donnant des courbes de l'ordre du millimètre, donc difficilement analysables. En plus, pour qu'une courbe soit utilisable, il faut qu'elle soit régulière, étalée et d'assez longue durée; il est enfin nécessaire de pouvoir inscrire en même temps, les courbes de plusieurs cavités et des gros vaisseaux, de synchroniser les courbes obtenues et d'étudier le

comportement réciproque des cavités. Ce sont justement ces conditions que nous avons en vue, quand nous avons construit notre appareil, qui possède une grille à cinq fentes. Chaque fente peut être placée à volonté sur un point remarquable de la silhouette cardio-vasculaire.

Sur le film obtenu, les lignes blanches qui séparent les bandes, servent aussi comme commencement de la ligne du temps. C'est sur ces lignes que nous repérons le moment de départ de la courbe.

Pour lire la courbe, nous la considérons dans le sens horizontal, le bas de la bande devient le côté gauche ou le commencement; le haut de la bande devient la fin de la courbe ou le côté droit. Les sommets ascendants sont des sommets systoliques, les sommets descendants traduisent la dilatation diastolique. L'emploi du compas est très utile, comme dans les autres méthodes graphiques.

Il y a intérêt à découper les courbes de chaque point, à les synchroniser et à les recomposer dans des tableaux polygraphiques.

La netteté de la courbe dépend de plusieurs facteurs : le contraste entre le cœur et l'ambiance a une grande importance et le point le plus favorable est repéré par la radioscopie. Malgré cela sur nos meilleures courbes les lignes de contraste sont légèrement estompées. Ce dégradé, qui devient gênant surtout quand on agrandit la courbe, est dû au fait que la fente d'exploration, quoique très petite (0 mm. 5) a une largeur finie, très éloignée du point mathématique. Il résulte que sur la même ligne du film, plusieurs positions du bord, correspondant à des fractions très petites de temps, peuvent se superposer.

Dans un avenir non très éloigné, nous envisageons la réduction de la largeur de la fente. Dans ce domaine, tout progrès sera conditionné par la technique des ampoules à rayons X. La courbe radiokymographique agrandit l'amplitude réelle du mouvement à cause de la projection conique, qui est d'autant plus importante que l'ampoule est plus rapprochée du malade et du film. L'étroitesse de la fente nous oblige à travailler à une faible distance (70-80 cm.). L'agrandissement de l'amplitude peut être calculé; il est plutôt favorable à la lecture de la courbe, mais il faut en tenir compte toutes les fois qu'il s'agit d'établir un rapport numérique entre la courbe et l'amplitude réelle de la contraction cardiaque.

Enfin les mouvements d'expansion et de contraction se réalisent d'après une direction oblique, dirigée vers le centre virtuel de l'ovoïde cardiaque. Or, les fentes exploratrices sont ou horizontales ou verticales; il résulte que le mouvement ne s'inscrit sans déformation que s'il est parallèle à la fente. La plupart des courbes soi-disant atypiques sont dues à l'obliquité du mouvement par rapport aux fentes.

ÉTUDE SUR LES COURBES RADIOKYMOGRAPHIQUES DE LA RÉVOLUTION CARDIAQUE⁽¹⁾

I. — Crochets kymographiques et courbes radiokymographiques.

La kymographie de Stumpf dont la technique a été exposée ailleurs et sur laquelle nous ne reviendrons pas, donne une image totale du cœur et du pédicule, dont les contours sont hérissés de petites pointes ou « crochets » qui représentent l'inscription radio-

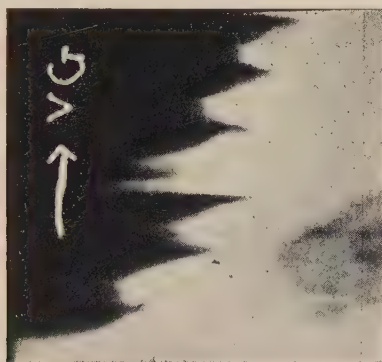


Fig. 1. — Crochets kymographiques, inscrits avec le procédé du docteur Stumpf, agrandis par la photographie.

graphique des battements cardio-vasculaires. L'étude de ces crochets et de leurs caractères particuliers, surtout après agrandissement photographique, a permis à Stumpf de différencier les unes des autres les pulsations artérielles, ventriculaires et auriculaires. Mais la lecture de ces crochets faite verticalement (fig. 1)

(1) Le contenu de ce chapitre apparaît en même temps dans les *Archives des Maladies du Cœur*, sous la signature de MM. Delherm, E. Bordet, P. Thoyer-Rozat et Fischgold.

n'a conduit qu'à une nomenclature morphologique sans indication précise sur le comportement du myocarde.

Il n'en est pas de même si l'on considère non plus les crochets, mais la courbe radiokymographique dont ils sont les accidents principaux (fig. 2). C'est du jour où l'on a enregistré simultanément une série de battements en quelques points repérés d'avance sur l'ombre radioscopique et en étalant convenablement leur inscription, qu'on a obtenu des courbes utilisables par le physiologiste et le médecin.

L'étude des clichés se fait alors dans les conditions suivantes :

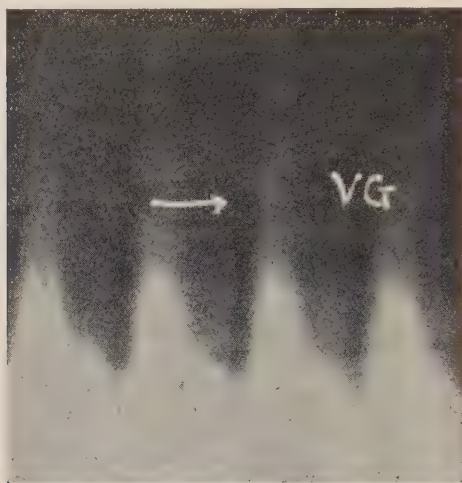


Fig. 2. — Courbe radiokymographique obtenue avec le nouveau radiokymographe. La lecture se fait de gauche (*bas*) à droite (*haut*) comme dans les autres procédés d'inscription utilisés en cardiologie.

1° Leur lecture s'effectue non plus verticalement, mais sur le film placé horizontalement.

2° On déchiffre les accidents suivant leur apparition chronologique, de gauche à droite. En effet, pendant la radiographie le film glissant de haut en bas, les premiers mouvements de retrait ou d'expansion d'un même point s'inscrivent dans le bas du film et les derniers dans le haut. On les lit donc de bas en haut sur l'image maintenue verticalement et de gauche à droite (pour le bord gauche de l'ombre médiane) sur le cliché placé horizontalement.

3° Sur les films en position horizontale il faut porter son attention sur la ligne de démarcation entre l'ombre du cœur et la clarté pulmonaire. Les sommets positifs et négatifs de cette ligne

constituent la courbe radiokymographique qu'on étudiera à l'aide du compas.

4° Pour faciliter la lecture, nous pensons qu'il convient d'adopter la nomenclature appliquée aux accidents ou sommets correspondants sur les tracés manométriques (Chaveau et Marey) ou mécaniques (Pachon). *Car nous ne saurions trop y insister, ce n'est qu'à la lumière des courbes des physiologistes et des tracés mécaniques médicaux que nous pourrions comprendre et interpréter les courbes radiokymographiques.*

II. — Rapport des tracés mécaniques et des courbes radiokymographiques.

La comparaison du radiokymogramme ventriculaire et des tracés mécaniques, montre les concordances des courbes ainsi que MM. Delherm, Thoyer-Rozat et Fischgold ont été les premiers à le signaler. Cela ne veut pas dire que ces courbes soient identiques dans l'espace. Leur développement en largeur et en hauteur dépend des vitesses d'inscription et de l'inertie des appareils. Cette inertie n'existe pas en radiographie, mais les projections des battements sont amplifiées en raison de la courte distance à laquelle on opère (80 cm.). Toutefois, les rapports des *principaux* accidents de la révolution cardiaque se répètent dans le temps.

Les tracés de la figure 3 ont, d'une façon générale, le même aspect trapézoïde.

On reconnaît sur les deux graphiques un petit accident (*a*) qui précède la ligne d'ascension. Il est contemporain de la systole de l'oreillette. Puis, vient la ligne ascendante avec ses deux portions, la première *vs-os* qui correspond à la mise en tension du ventricule et la deuxième *o-s-b* qui répond à la chasse du sang dans l'aorte, les sigmoïdes s'ouvrant en *os*. Ensuite la courbe décrit un plateau accidenté descendant de gauche à droite avec trois pointes *b*, *c*, *d*, dont la première se rapporte au summum de la contraction systolique et la dernière à la fin de l'évacuation du ventricule. Enfin, la courbe se termine par une ligne descendante de *d* à *om* (*fs* intercalé, répondant à la fermeture des valvules sigmoïdes). *om* est l'ouverture des valvules auriculo-ventriculaires et le début de la diastole proprement dite.

Si la similitude des accidents est complète sur la courbe de Chauveau et Marey et sur le cardiogramme de Pachon, on constate sur le radiokymogramme certaines différences de détail.

Avant de rechercher en quoi elles consistent, il convient de se

demander quels phénomènes objectivent les trois méthodes dont la technique est différente. Les expériences de Chauveau et Marey ont consisté à introduire des sondes manométriques dans les

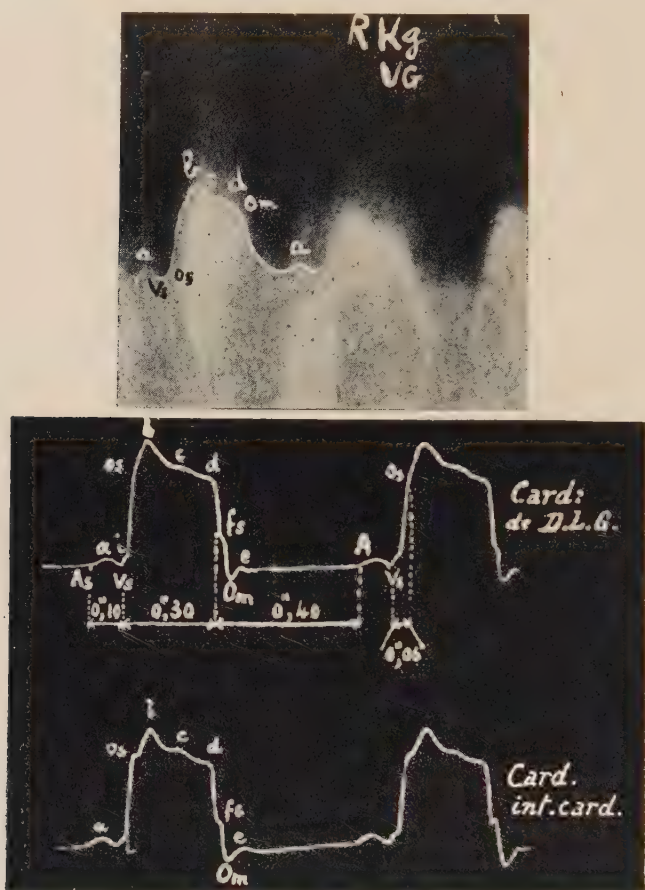


Fig. 3. — Courbe radiokymographique (en haut), cardiogramme en décubitus latéral gauche (au milieu) et courbe cardiomanométrique (en bas). Malgré la grande identité de forme, la notation souffre quelques changements sur le radiokymogramme.

a : systole de l'oreillette; *vs* : début de la systole ventriculaire; *os* : ouverture des sigmoïdes; *bcd* : plateau; *fs* : fermeture des sigmoïdes; *om* : ouverture de la valvule mitrale.

cavités du cœur chez le *cheval* et à enregistrer directement les variations de pression au cours de la révolution cardiaque.

La *cardiographie*, inscrit les battements par l'intermédiaire d'un tambour fixé sur la paroi thoracique de l'homme dans le

décubitus latéral gauche. La contraction des fibres cardiaques modifie la forme du cœur qui, passe de l'ellipsoïde à la sphère (fig. 4), en même temps que ses parois changent de consistance. Elles durcissent à chaque systole (pendant que la pression augmente) et se relâchent à chaque diastole. Ce sont ces variations de durcissement qui impriment au style inscripteur des déplacements et non les variations de volume, celles-ci se trouvant éliminées de ce fait que le cœur garde dans la position donnée au malade un contact permanent avec la paroi thoracique.

On comprend que dans les deux méthodes précédentes la systole se traduise par une élévation de la courbe, l'augmentation de la pression d'une part, et le durcissement, d'autre part, refoulant

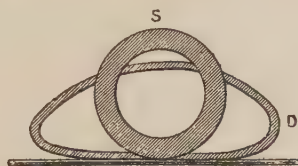


Fig. 4. — Schéma représentant la forme du cœur pendant la systole S et pendant la diastole D (d'après Longet).

le style dans le même sens. Phénomène inverse pour la diastole.

La *radiokymographie*, le malade étant dans la position debout, enregistre directement les oscillations des parois, autrement dit, les changements de volume. En chaque point de l'organe le contour est animé de mouvements d'expansion suivis de mouvements de retrait. Les premiers s'inscrivent par des pointes dirigées vers l'extérieur, les seconds par des sommets de sens opposé. *En lisant les courbes horizontalement, les pointes des retraits systoliques se trouvent dirigées en haut et les expansions diastoliques vers le bas, ce qui leur confère les mêmes dispositions générales que sur les tracés mécaniques.* Ici, toutes les oscillations pariétales du cœur sont inscrites sans le secours de leviers intermédiaires. Il s'agit d'un *procédé optique* bien qu'il s'adresse à un organe caché dans la profondeur. S'il est libéré des causes d'erreurs dues à l'inertie des appareils, il n'est cependant pas à l'abri des facteurs de déformation des projections radiologiques à courte distance.

III. — Analyse des courbes radiokymographiques normales.

A. *Courbes ventriculaires.* — La comparaison d'une courbe radiokymographique à une courbe cardiographique (fig. 5) montre d'une part des similitudes, d'autre part des différences.

1° **Similitudes.** — Les sommets *a* correspondent dans le temps, de même que les sommets *b* et *d*. Les deux courbes traduisent donc simultanément la secousse auriculaire transmise au ventricule, la contraction systolique ventriculaire (ligne ascendante suivie du plateau *b*, *d*) et la diastole ou ligne descendante de *d* jusqu'au pied de la ligne ascendante suivante.

2° **Différences.** — La ligne ascendante *vs-b* est généralement plus oblique sur le radiokymogramme que sur le cardiogramme; elle débute plus tôt après l'accident *a*; comme elle répond à un mouvement de retrait de la paroi et par conséquent à

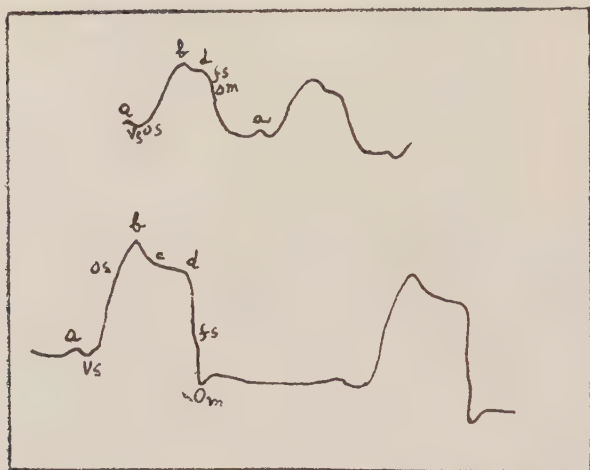


Fig. 5. — Comparaison du tracé radiokymographique en haut et du tracé cardiographique en bas.

la contraction ou à l'évacuation du ventricule, elle ne peut pas traduire la mise en tension, phénomène pendant lequel il n'y a pas encore d'évacuation et par suite pas de variation de volume. Si la mise en tension provoque un mouvement de torsion, la diminution de volume qui en résulte ne peut être qu'insignifiante. Nous pensons donc que ce phénomène doit se situer kymographiquement au voisinage immédiat de la ligne d'ascension.

L'ouverture des valvules sigmoïdes nous semble coïncider avec le départ de la ligne d'ascension ou son voisinage. Le signe *os* ne se place donc pas ici comme sur le cardiogramme à une faible distance de *b*. Ce qui le démontre c'est que la mesure au compas du début de la courbe d'expansion de l'aorte (pénétration du sang dans l'artère) coïncide habituellement avec le pied de la ligne d'ascension ventriculaire.

Le plateau comporte trois points sur le cardiogramme (*b*, *c*, *d*), attribués aux ondes d'élasticité cardio-aortiques. Sur le kymo-

gramme, *c* n'existe pas; il n'y a entre *b* et *d* qu'une petite dépression ou courbe négative toujours très nette.

Quant à la ligne descendante qui part de *d*, elle est presque verticale sur le cardiogramme tandis qu'elle a une obliquité très marquée sur le kymogramme. A part quelques renflements dans certains cas, elle va directement du point *d* à la systole suivante. C'est que la radiographie permet de suivre continuellement le travail du cœur, ce qui n'est pas possible avec les méthodes mécaniques. Quand le durcissement de la pointe faiblit, le bouton du cardiographe cesse de suivre le mouvement de retrait, d'où la chute

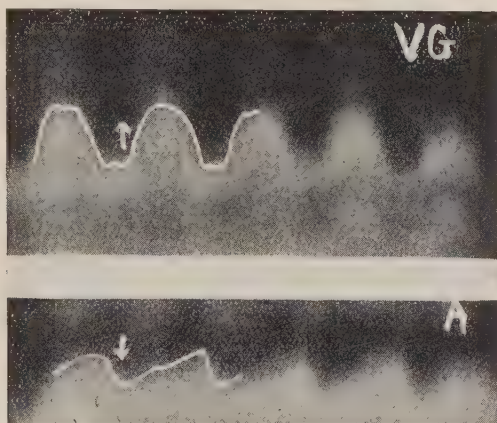


Fig. 6. — A chaque mouvement de retrait du ventricule gauche VG, correspond un mouvement d'expansion de l'aorte.

brusque de la courbe et la ligne horizontale qui lui succède, laissant croire à l'inactivité complète et à l'uniformité de la diastole. Or, la kymographie objective le processus de l'ampliation diastolique, qui ne cesse qu'au moment où la fibre cardiaque répond par une contraction. La phase diastolique s'étend donc sur le kymogramme de *d* en *vs* avec l'accident *a* qui, d'ailleurs, n'est pas toujours présent sur toutes les courbes.

B. Courbe de l'aorte. — Sur les radiokymogrammes la courbe aortique s'inscrit à l'inverse du tracé ventriculaire comme le montre la figure 6. Cette inscription répond à la réalité des oscillations du cœur et des vaisseaux. Les expansions diastoliques du ventricule gauche correspondent aux affaissements diastoliques des vaisseaux, autrement dit lorsque les parois du cœur se dirigent vers l'extérieur, celles des artères se dirigent vers la ligne intérieure, ou médiane; au contraire, quand le ventricule se contracte, son contour subit un mouvement de retrait, alors que sous

le passage de l'ondée sanguine les artères se dilatent. Cœur et vaisseaux ont donc des battements de sens opposé. Cela rend facile l'identification des pulsations vasculaires dans les cas douteux : leurs sommets positifs correspondent aux sommets négatifs du cœur et inversement.

Pour comparer la courbe kymographique de l'aorte au tracé

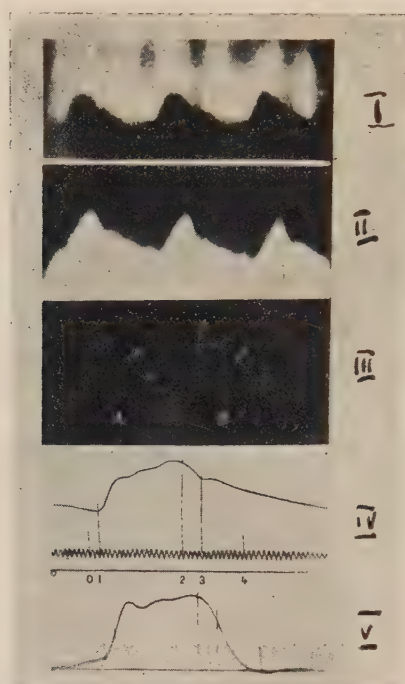


Fig. 7. — I, radiokymographie de l'aorte (homme); II, radiokymographie du ventricule gauche; III, sphygmogramme; IV, courbe de pression de l'aorte (chien); V, courbe de pression ventriculaire (chien); (IV et V d'après Hurthle).

mécanique il faut l'observer par l'envers du film. La superposition de la courbe aortique à la courbe ventriculaire montre alors (fig. 7) que le pied de la ligne d'ascension de la pulsation aortique correspond à l'origine de la ligne d'ascension du ventricule, beaucoup plus bas que ne s'inscrit sur le cardiographe l'ouverture des valvules sigmoïdes os mais sensiblement à la même hauteur que sur la courbe des pressions chez le chien d'après Hurthle (bas de la figure 7). Le sommet *a* de la pulsation artérielle correspond sur le kymogramme au sommet *b* de la courbe ventriculaire. La ligne descend après *a* comme sur le sphygmogramme.

Dans les cas typiques on observe sur la grande ligne oblique

une petite encoche suivie d'une élévation qui est l'onde dicrote *od*. Elle correspond, dans le temps, au début de la ligne descendante de la courbe ventriculaire, au moment de la fermeture des valvules sigmoïdes. Puis la courbe aortique continue de s'étendre obliquement jusqu'au pied de l'ascension suivante.

Ainsi se trouvent parfaitement objectivés sur le kymogramme les principaux accidents des courbes sphrygmographiques.

C. **Courbe auriculaire.** — Dans la pratique médicale l'oreillette droite n'est accessible que par voie indirecte, en inscrivant les pulsations de la veine jugulaire. Quant à l'oreillette gauche on

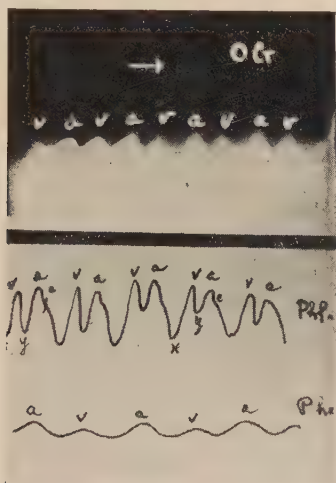


Fig. 8. — En OG, radiokymographie de l'oreillette gauche; Phl, phléboграмme; Phe, pouls hépatique. A remarquer la grande ressemblance entre la courbe supérieure et la courbe inférieure.

peut l'atteindre par la voie œsophagienne, mais ce procédé offre trop d'inconvénients pour être utilisé couramment. La kymographie a l'avantage de permettre l'inscription directe des pulsations auriculaires gauches et droites sur le même document et pendant le même temps. La kymographie de Stumpf nous a vite révélé sa supériorité sur le simple examen radioscopique. Alors que les battements de la région auriculaire gauche (arc moyen) sont confus et parfois inappréciables à l'écran, les films radio-kymographiques révèlent leurs particularités. Les crochets prennent un aspect bifide, quelquefois amputé, qui les distingue des crochets ventriculaires ou vasculaires.

Mais ce n'est qu'en étalant convenablement ces crochets qu'on arrive à obtenir une courbe auriculaire lisible. Lorsqu'elle se manifeste à l'état de pureté, c'est-à-dire sans être influencée par les

oscillations du voisinage (artère ou ventricule); elle revêt la forme qu'on lui voit sur la figure 8. C'est un festonnement ou une série d'ondulations d'égale amplitude, dont les unes sont moins larges et quelquefois acuminées et dont les autres sont plus étalées et plus courbes. Leur espacement est régulièrement inégal, c'est-à-dire qu'une large dépression sépare la première (*a*) de la seconde (*v*) tandis qu'une courbe négative moins étendue sépare *v* du sommet *a* suivant.

Les lettres *a* et *v* par lesquelles nous désignons ces sommets sont celles qu'on inscrit sur les phlébogrammes, au niveau des accidents principaux qu'on y relève. Il y a comme on le voit sur la figure 8 une grande analogie entre un phlébogramme et un

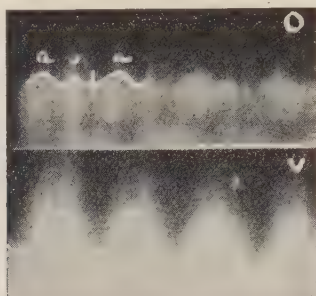


Fig. 9. — Rapports chronologiques entre la courbe de l'oreillette O et celle du ventricule V.

radiokymogramme auriculaire. On note cependant sur le premier un accident *c*, voisin de *a* qu'on ne retrouve pas sur le second. Cet accident *c*, d'après Mackensie, serait dû à la pulsation carotidienne transmise à la jugulaire et son absence sur le kymogramme pris au niveau de l'oreillette est en faveur de cette interprétation. Pour Bard *c* serait dû à une légère projection des valves auriculo-ventriculaires tout au début de la systole ventriculaire; quoi qu'il en soit, cet accident est contemporain de la systole du ventricule. Il n'existe d'ailleurs pas sur les tracés du pouls hépatique, dont l'aspect morphologique est, d'une façon générale, semblable à la courbe radio-kymographique (fig. 8 en bas).

Le rapport dans le temps des sommets *a* et *v* avec ceux de la courbe ventriculaire d'un même individu (fig. 9) est exactement celui auquel nous devons nous attendre d'après les recherches des méthodes graphiques : *a* correspond au sommet *a* de la courbe ventriculaire et *v* tombe au début de la ligne de descente du ventricule. Les courbes de pression de Fredericq (fig. 10) objectivent bien ces concordances. Envisageant les faits du point

de vue radiologique, nous dirons que le sommet *a* de la courbe auriculaire traduit le mouvement de retrait dû à la contraction de l'oreillette. Il est suivi d'une dépression qui répond à l' α du phlébogramme; cette dépression de la courbe qui correspond à un

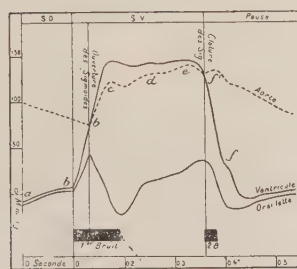


Fig. 10. — Tracés de la pression de l'oreillette gauche, du ventricule gauche, de l'aorte : *ab*, systole de l'oreillette; *bcd**ef'*, systole du ventricule; *b'* et *f'*, ouverture et clôture des sigmoïdes artérielles (d'après Fredericq).

mouvement d'expansion des parois est peut-être produit par l'abaissement du plancher auriculo-ventriculaire qui agrandit la cavité auriculaire.

Le sommet *v* serait d'après les physiologistes, l'expression de la

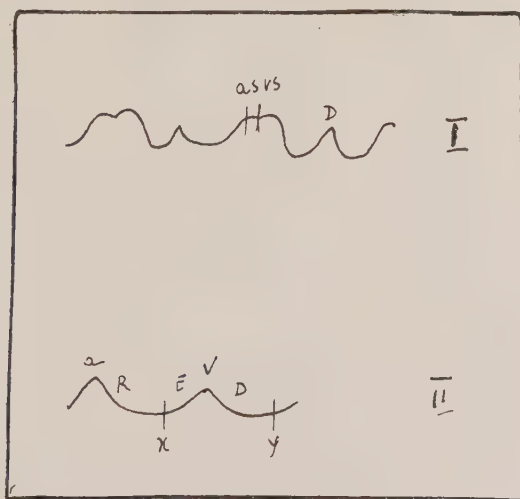


Fig. 11. — I, courbe œsophagienne de Clerc et Esméin.
En II, courbe auriculaire radiokymographique, agrandie et détaillée.

réplétion de l'oreillette. Cette explication ne cadre pas avec la courbe radiokymographique, sur laquelle un sommet positif ne saurait objectiver qu'un mouvement de retrait de la paroi. Or, on peut faire des constatations identiques sur la courbe mécanique œsophagienne. Elle est enregistrée au moyen d'une sonde dont le

ballonnet terminal est mis, par l'intermédiaire de l'œsophage, au contact des parois de l'oreillette gauche. Cette courbe présente les mêmes accidents positifs que le radiokymogramme (fig. 11) le premier *as* qui correspond à *a* (auquel s'ajoute un ressaut dû à la systole ventriculaire *vs*) et le second *D* qui correspond à *v*.

Il n'est pas possible d'admettre que deux oscillations de même sens, se traduisant par deux sommets positifs, comportent des interprétations contradictoires et qu'on attribue l'un de ces sommets positifs à une contraction de l'oreillette et l'autre à sa réplétion ou distension. Aussi pensons-nous qu'il convient de lire ces courbes de la façon suivante : *a* (ou *as*) traduit la systole de l'oreillette; la dépression qui suit répond, dans la partie descendante de la courbe, du point culminant *a* jusqu'au point le plus déclive *x*, au remplissage de la cavité (les parois subissent un mouvement propulsif d'expansion ou de dilatation accentué par l'abaissement du plancher auriculo-ventriculaire. Puis survient la fin de l'évacuation du ventricule *d*. Immédiatement après, le plancher se retire provoquant un mouvement de retrait des parois de l'oreillette, d'où le sommet *v*; enfin de *v* en *y* (courbe d'expansion). l'oreillette complète son remplissage pendant la diastole générale.

IV. — Variations des courbes normales.

1. Bord gauche du cœur. — Les courbes radiokymographiques étalées, enregistrées sur trois points du contour ventriculaire gauche, le premier à la base, le second dans la région sus-apexienne, le troisième à la pointe ou à la partie la plus basse de l'ombre cardiaque, ne sont pas superposables.

En réalité la courbe de la pointe proprement dite est généralement illisible; nous verrons plus loin pour quelles raisons. Nous ne pouvons donc utiliser que les courbes de la base et de la région sus-apexienne. Or, comme il est facile de s'en rendre compte sur la figure 12, ces tracés ne sont pas identiques. Les systoles de la base sont larges et peu creusées, celle de la région sus-apexienne sont étroites et profondes. Sur la courbe de la base les deux sommets *b* et *a* sont à la même hauteur, sur celle de l'apex *d* est plus bas que *b*. Les diastoles sont sensiblement plus larges à la pointe qu'à la base. Ces variations ne peuvent être attribuées au mode de contraction des différents points de la paroi : les écartements des sommets *b* sont absolument identiques de part et d'autre; mesurés dans le temps, ils tombent exactement au même moment; il n'y a pas le moindre décalage entre la base et la région sus-apexienne. On fait les mêmes constatations pour la courbe diastolique soit

qu'on repère le point le plus déclive de l'expansion diastolique, soit qu'on se rapporte au point *as* au pied de la ligne d'ascension systolique.

Ces différences sont dues à la technique radiokymographique. La déformation des courbes résulte de l'orientation des fentes du diaphragme. Elles ont une direction horizontale ; or, les pulsations

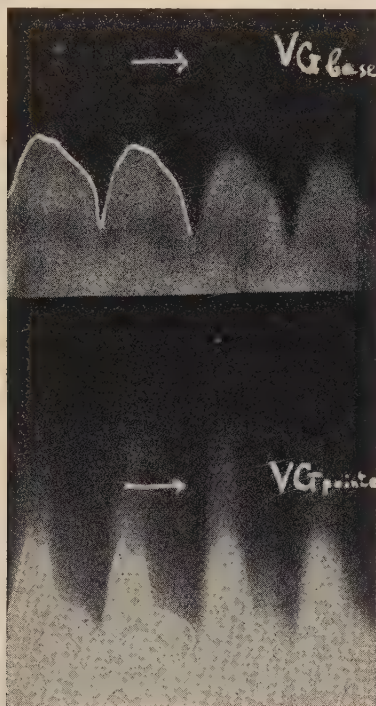


Fig. 12. — La courbe du ventricule gauche est différente à la région de la base (VG base) et de la pointe (VG pointe). Cette différence est due à l'obliquité du mouvement par rapport à la fente d'inscription.

cardiaques, à la base, se dirigent obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. Dans la région sus-apexienne les retraits systoliques se dirigent de dehors en dedans, suivant une ligne sensiblement horizontale ; leur orientation est donc ici la même que celle des fentes. Ce sont donc les différences d'incidence qui donnent pour les pulsations obliques des courbes élargies et raccourcies et pour les pulsations horizontales des courbes étroites et profondes.

La preuve expérimentale de ces faits est donnée par Stumpf dans son ouvrage. La figure 13, qui en est extraite, montre qu'en actionnant un ballon derrière une grille, ses mouvements d'expansion

sion et de retrait se faisant en tous sens suivant la direction des rayons de la sphère et les fentes conservant à tous les niveaux une direction horizontale, les crochets offrent les mêmes variations que sur les courbes du ventricule gauche.

En ne considérant que la partie systolique des courbes (fig. 12) on voit combien elle peut changer d'aspect du seul fait de l'orientation des fentes. Tantôt elle prend la forme d'un plateau étalé avec ses deux accidents *b* et *d* à la même hauteur, tantôt elle a l'apparence d'une pointe unique, alors qu'en réalité il s'agit



Fig. 13. — Inscription du mouvement de réplétion d'un ballon, par Stumpf. A noter le même phénomène que dans la figure 12.

d'un plateau très incliné, l'accident *d* formant une légère encoche sur la ligne descendante. Étant données les interprétations différentes que comportent les plateaux des tracés mécaniques, suivant qu'ils sont ascendants, descendants ou convexes, il importe d'obtenir une courbe radiographique suffisamment détaillée et sans déformation. On y arrive en prenant un radiokymogramme *convenablement étalé* de la région sus-apexienne, région où, nous le répétons, *les battements du cœur ont la même orientation que la grille et par conséquent sont enregistrés correctement.*

Quant à la pointe, on comprend que dans nos conditions de technique sa courbe ne soit pas lisible. Les battements y prennent une direction de bas en haut presque perpendiculaire à la fente, aussi s'inscrivent-ils très mal. De plus, le contour inférieur de l'organe se profilant dans l'ombre diaphragmatique, les

profils kymographiques manquent de contraste et ne sont pas déchiffrables. Nous nous proposons de les inscrire en position oblique, pendant l'inspiration forcée en donnant à la fente une direction verticale.

2. **Zone auriculaire de l'arc moyen.** — Les battements de l'oreillette ne s'y présentent pas toujours à l'état pur. Leur courbe se complique très souvent d'accidents causés par les mouvements

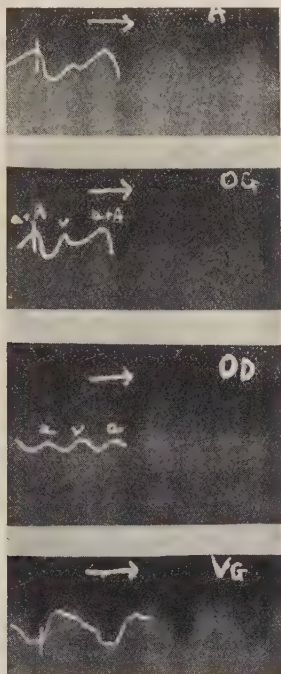


Fig. 14. — En OG, courbe auriculaire de type artériel; en OD, courbe auriculaire pure chez le même sujet.

des organes voisins. Si le ventricule gauche peut l'influencer, c'est surtout l'artère pulmonaire qui modifie le festonnement des sommets *a*, *v*.

Nous décrivons cette variation normale sous le nom de *courbe auriculaire de type artériel*.

La figure 14 en donne un exemple. On y voit que la courbe de l'oreillette gauche comprend des accidents de deux ordres et qui alternent; les uns brefs comme ceux de la courbe pure, les autres plus étendus et en quelque sorte diphasiques, donnant une forte pointe positive immédiatement suivie d'une pointe négative de même amplitude. Les sommets brefs répondent à *v* comme le

montrent leurs correspondances sur les courbes de l'oreillette droite, du ventricule et de l'aorte. Les sommets diphasiques sont en rapport avec les pulsations artérielles, la pointe positive ayant



Fig. 15. — Les battements auriculaires gauches OG sont influencés par les pulsations artérielles; ceux de l'oreillette droite OD subissent un entraînement ventriculaire.

la même direction que l'artère au moment de son affaissement on de son retrait, la pointe négative épousant son mouvement d'expansion. Le sommet positif englobe l'accident *a* et le mouvement artériel, aussi le désignons-nous par les lettres *a* + *A*.

Cette variation de la courbe peut être plus ou moins prononcée, mais sa déviation du type pur se reconnaît aux déformations de *a* par les oscillations diphasiques artérielles; les sommets *v* n'étant pas modifiés, leurs bases se maintiennent sensiblement sur une même ligne horizontale.

Dans les cas de ce genre, l'examen radioscopique donne l'impression d'un arc moyen animé seulement de pulsations artérielles, les petits battements *v* n'étant pas appréciables à côté des grandes oscillations d'origine vasculaire. Il faut donc se garder de conclure, en pareille circonstance, que l'oreillette ne bat pas tant

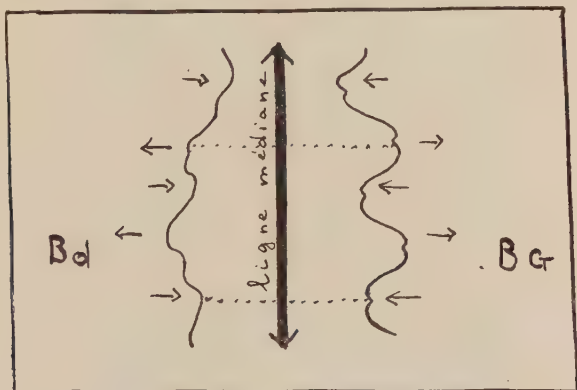


Fig. 16. — Battements auriculaires sur le bord droit Bd, type d'entraînement ventriculaire.

qu'on ne possède pas, à l'appui, une courbe radiokymographique ou un électrocardiogramme.

3. Bord droit du cœur. — Il est animé, soit de battements auriculaires purs, soit de mouvements de retrait synchrones à la pulsation radiale, ce qui est le caractère radioscopique des battements ventriculaires.

Les battements auriculaires purs ou les battements ventriculaires peuvent s'observer tout le long du bord droit, ou n'en occuper qu'une partie. Dans cette dernière éventualité, les battements auriculaires siègent dans le haut et les battements ventriculaires dans le bas.

Les battements ventriculaires affectent soit : a) le type d'entraînement, soit b) le type ventriculaire essentiel.

a) *Type d'entraînement ventriculaire.* — Cette variété, comme en témoigne la figure 15' (OD) se traduit par une courbe ayant deux sortes d'oscillations, les unes brèves, positives, qui répondent aux sommets *a* et *v*, les autres amples, tantôt positives et tantôt négatives. En comparant cette courbe à celle du

ventricule VG on constate que les grandes oscillations positives correspondent aux sommets systoliques du ventricule et les dépressions à ses expansions diastoliques.

L'opposition de ces deux courbes dans le sens vertical (fig. 46) et leur disposition par rapport à la ligne médiane, objectivent les battements du bord gauche et du bord droit, tels qu'on les voit à l'écran : les grands accidents sont synchrones, les expansions étant divergentes et les retraits convergents. Le long du bord droit le festonnement est plus étalé qu'à gauche, ce qui allonge

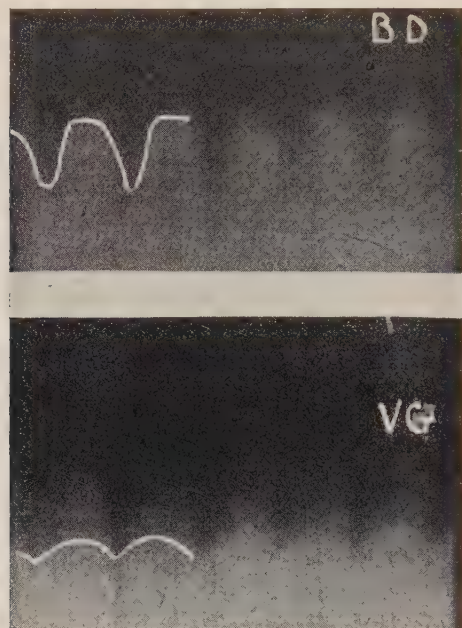


Fig. 17. — L'oreillette droite BD peut présenter un mouvement ventriculaire essentiel, synchrone au VG, mais de sens opposé.

la courbe systolique et raccourcit la diastolique. Le tracé contient à la fois les sommets de l'oreillette et ceux du ventricule. L'oreillette, tout en battant pour son propre compte, est donc entraînée par les mouvements du ventricule.

A noter sur les deux premières courbes de la figure 15 que celle de l'oreillette gauche subit légèrement l'influence des expansions artérielles.

b) *Type ventriculaire essentiel.* — Il donne une courbe qui ne reproduit que les sommets de la révolution ventriculaire, comme l'indique la figure 17. Entre la courbe du ventricule gauche et celle du bord droit, on ne relève que les différences dont nous

avons déjà parlé et qui tiennent à l'incidence de la fente par rapport à la direction des battements; il n'y a trace d'aucun sommet auriculaire.

La mise en place de ces courbes par rapport à la ligne médiane

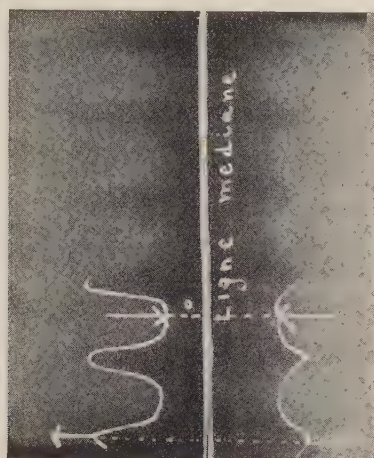


Fig. 18. — Battements convergents du bord droit et du bord gauche.

(fig. 18) reproduit ce que révèle la radioscopie : un bord droit dont les expansions et les retraits sont absolument synchrones à ceux du bord gauche. Ils peuvent s'étendre, comme ici, à toute

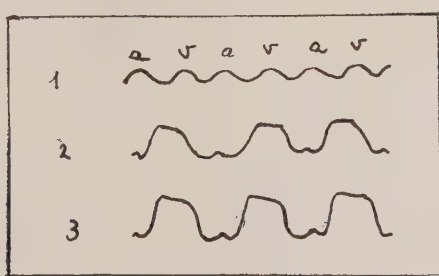


Fig. 19. — Battements du bord droit : 1, partie supérieure, type auriculaire pur; 2, type ventriculaire essentiel; 3, courbe du ventricule gauche.

la longueur du profil cardiaque droit. D'autres fois, la partie supérieure du bord droit a une courbe auriculaire pure (fig. 19 en 1) et sa moitié ou ses deux tiers inférieurs ont des battements du type ventriculaire essentiel (fig. 19 en 2). Les tracés du bord droit sont identiques à ceux du ventricule gauche (fig. 19 en 3).

Il semble difficile de ne pas admettre que la courbe droite ne traduise pas, comme la courbe gauche, les pulsations propres des parois ventriculaires. Toutefois, le bord droit du cœur est une région bien définie par les anatomistes et par les radiologistes : ils affirment qu'il ne répond et ne peut répondre, à l'état normal, qu'à l'oreillette droite, depuis la base du cœur jusqu'au diaphragme. Mais il y a longtemps que le docteur Bordet, s'étant basé sur l'examen radioscopique des battements, avait émis l'opinion que parfois le grand axe et la rotation du cœur s'y prêtant, la face antérieure du ventricule droit peut se profiler au-devant de l'oreillette droite dans sa partie inférieure et former la fin du contour cardiaque. Certains auteurs combattent cette assertion et ne l'admettent pas même à l'état pathologique, estimant, à tort, que l'exagération du bord droit traduit toujours une dilatation de l'oreillette droite. Le cas de la figure 19 nous paraît contredire cette assertion. Le bord droit y est animé dans sa partie supérieure de battements auriculaires purs, et dans sa partie inférieure de pulsations ventriculaires typiques. Si ces dernières pulsations sont des mouvements d'entraînement de l'oreillette comment ne se manifestent-ils pas sur toute l'étendue du contour? Il n'est guère possible de concevoir que la partie supérieure de l'oreillette ne soit pas « entraînée » comme sa partie inférieure. Il nous semble plus vraisemblable d'attribuer les pulsations de la partie inférieure du bord droit, aux parois propres du ventricule droit et non aux parois de l'oreillette entraînées par le ventricule droit. Les deux observations suivantes vont nous apporter quelques précisions complémentaires.

La première (fig. 20) concerne un sujet normal, à pulsations un peu ralenties, auquel nous avons fait ingurgiter une solution de baryte au moment de la radiographie. La courbe VC donne les battements de l'œsophage à la hauteur de la veine cave. On y reconnaît les sommets auriculaires, *a* et *v* typiques. Les mêmes battements, amplifiés, se retrouvent sur la courbe OG qui a été relevée à la base du cœur. Plus bas, à la face postéro-inférieure du cœur, les oscillations de l'œsophage (courbe BD) deviennent considérables; l'exagération de leur amplitude tient à la passivité et à la souplesse de l'organe auquel sont transmis les battements de l'oreillette droite, influencés par les pulsations du ventricule. La courbe qui se trouve entre BD et VG est celle du contour droit du cœur. Elle est en tous points semblable à celle du ventricule gauche VG. C'est donc le ventricule droit qui constitue le bord droit.

La seconde observation a trait à un cas de bigéminisme. Le tracé supérieur (fig. 21) ressortit au ventricule gauche, et l'infé-

rieur au bord droit. Sur le supérieur on note des sommets couplés ayant sensiblement la même hauteur, mais les dépressions diastoliques sont très inégales : celles qui occupent les petits intervalles s'abaissent beaucoup moins que les autres. Même remarque pour la courbe du bord droit : mais, ici un fait nouveau

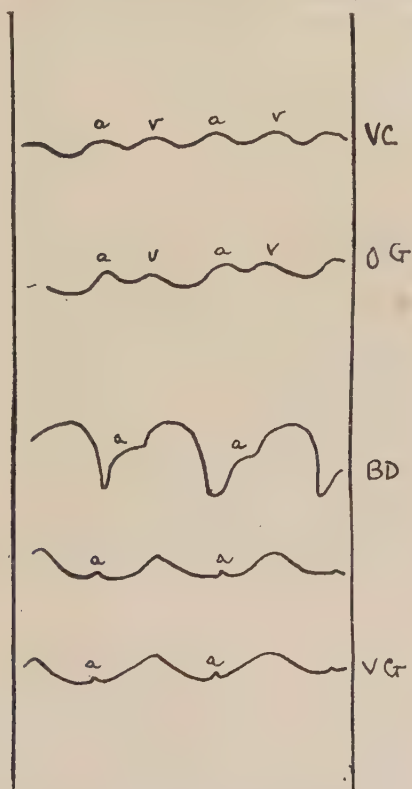


Fig. 20. — Courbes obtenues sur l'œsophage rempli de bouillie opaque; VC, veine cave; OG, oreillette gauche; BD, bord droit de l'œsophage; au-dessous, bord droit du cœur; VG, ventricule gauche.

apparaît : pendant les diastoles réduites d'amplitude, le sommet auriculaire *a* pointe très nettement.

Nous ne pouvons donner à ce fait que l'explication suivante : les grandes diastoles produisant une large expansion de la paroi ventriculaire, masquent un phénomène (le sommet *a*) qui ne s'extériorise que pendant les faibles mouvements expansifs. D'où il est logique de conclure que le bord antérieur du ventricule droit se profilant à une très faible distance du contour de l'oreillette droite, celle-ci est débordée par les grandes expansions du ventricule, tandis que sa contraction propre est visible quand la diastole ventriculaire n'est pas assez étendue pour la couvrir.

Nous pensons donc que les battements du bord droit ayant le

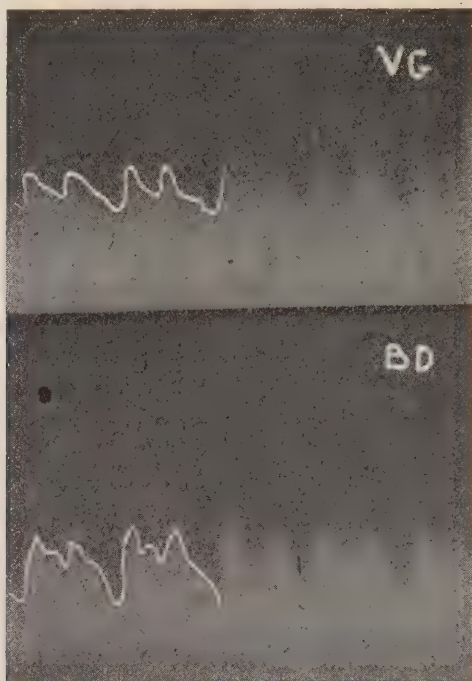


Fig. 21. — Bigéminisme. Sur le bord droit BD on voit apparaître une pulsation auriculaire dans les mouvements d'expansion de faible étendue.

type ventriculaire essentiel sont en réalité des battements directs du ventricule droit.

V. - Étude de quelques modifications pathologiques.

Pensant que la radiokymographie devait fournir des indications intéressantes sur le comportement du myocarde dans les états de décompensation, nous avons dirigé nos premières recherches sur des cas d'insuffisance cardiaque. Nous avons relevé des courbes ventriculaires dont certaines particularités ne sont pas objectivées de façon analogue sur les tracés mécaniques. Comme nous avançons sur un terrain inexploré, nous commençons par relater quelques-unes de nos observations.

OBSERVATION I. - **Maladie complexe, mitro-aortique. Arythmie complète.**

Femme de 45 ans. Tachyarythmie. Dyspnée d'effort. A l'auscultation : double souffle aortique et frémissement cataire.

L'orthodiagraphie (fig. 22) montre un développement assez important du cœur, avec saillie exagérée de l'arc moyen, abaissement du point G, convexité excessive du profil de l'oreillette gauche en oblique, exagération de l'ombre des vaisseaux hilaires.

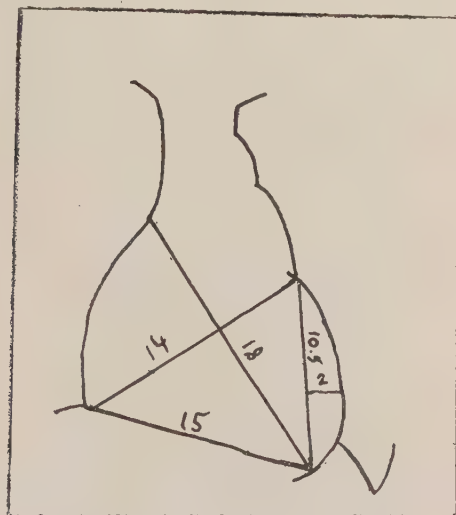


Fig. 22. — Obs. II. Orthodiagramme.

L'électrocardiogramme (fig. 23) montre des sommets R irréguliers avec encoches sur la branche descendante; de la fibrillation et du

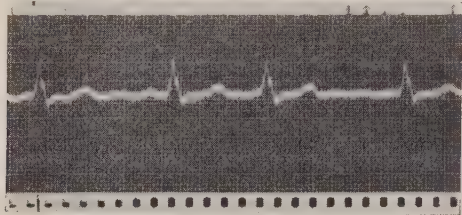


Fig. 23. — Électrocardiogramme.

flutter de l'oreillette; parfois on trouve un sommet P d'aspect normal.

Sur les radiokymogrammes on voit (fig. 24) :

En A, la courbe de l'aorte avec espacements irréguliers et amplitudes inégales des battements.

En Am, la courbe de l'arc moyen, courbe semblable à la précédente, par conséquent artérielle (art. pulmonaire).

En VG, la courbe du ventricule gauche : sommets positifs irrégulièrement espacés et inégalement élevés; expansions d'amplitude variable, les plus profondes appartenant aux diastoles les plus longues. Branche ascendante, oblique. Sommet de chasse *b*, aigu; branche descendante

rapide, comprenant le plateau d'évacuation (*bd*) et la ligne diastolique. Un sommet *a* est visible à la droite de la courbe.

Nous trouvons donc ici les signes d'arythmie du ventricule bien objectifs. Le plateau très descendant répond aux tracés mécaniques relevés dans la sténose mitrale. Les sommets de l'oreillette gauche ne sont pas perceptibles sur l'arc moyen, où ne se voient que les oscil-

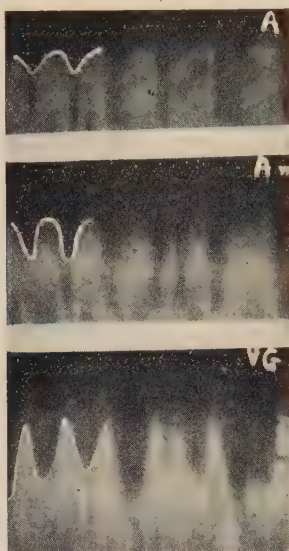


Fig. 24. — Arythmie complète; A, aorte; AM, arc moyen; VG, ventricule gauche. Les révolutions cardiaques du ventricule gauche sont inégales comme amplitude (*a*) et comme durée (*l*).

lations de l'artère pulmonaire, ce qui se comprend puisque l'oreillette est en état de fibrillation ou de flutter.

OBSERVATION II. — Arythmie complète. Insuffisance mitrale.

Homme de 59 ans cardiaque avéré depuis 1921; au moment de l'examen, le malade est très dyspnéique et cyanosé; à l'auscultation on entend un souffle typique d'insuffisance mitrale. Le pouls est à 80.

L'électrocardiogramme (fig. 25) montre de l'arythmie avec fibrillation auriculaire. Quelques extrasystoles.

Les radiokymogrammes donnent (fig. 26) :

En Am, la courbe de l'arc moyen à ondulations artérielles irrégulières et assez molles.

En VG, la courbe du ventricule gauche avec irrégularités des espaces et grandes inégalités d'amplitude des sommets systoliques et des diastoles.

En VD, la courbe du ventricule droit (prise à la partie inférieure du bord droit).

Les courbes ventriculaires sont symétriques dans l'ensemble; toutefois si le maximum des expansions se fait dans le même temps,

la ligne ascendante est plus oblique pour le ventricule droit que pour le ventricule gauche, aussi le sommet *b* est-il plus précoce sur le ₄VG

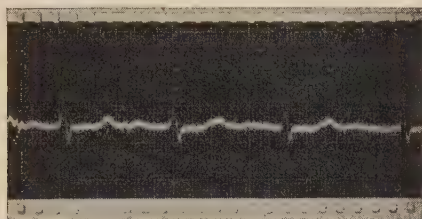


Fig. 25. — Obs. II. Électrocardiogramme.

que sur le VD. Le plateau d'évacuation descend obliquement de part et d'autre avec une première chute rapide après *b*, puis un relèvement assez lent pour former l'accident *d*.

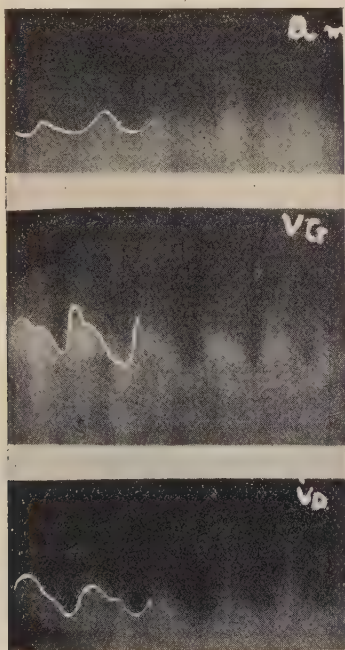


Fig. 26. — Obs. II. Am, arc moyen; VG, ventricule gauche; VD, ventricule droit.

OBSERVATION III. — Forte hypertension. Arythmie complète.

Homme de 50 ans. Tension artérielle 32/13,5. Bruit de galop gauche. Double souffle aortique. Petits signes de brightisme; pas d'œdèmes. Dyspnée d'effort. Pas d'angor.

L'orthodiagraphie (fig. 27) montre un énorme ventricule gauche en œuf. $DL = 19,5$, $GG' = 15$, Flèche $= 5,1$, D. Transversal $= 20,7$.

L'aorte est dilatée (3,4), allongée et assez opaque (II à III).

L'électrocardiogramme indique de la fibrillation auriculaire avec des sommets R élargis et bifides en dérivation II (fig. 28).

Sur le radiokymogramme (fig. 29) on voit :

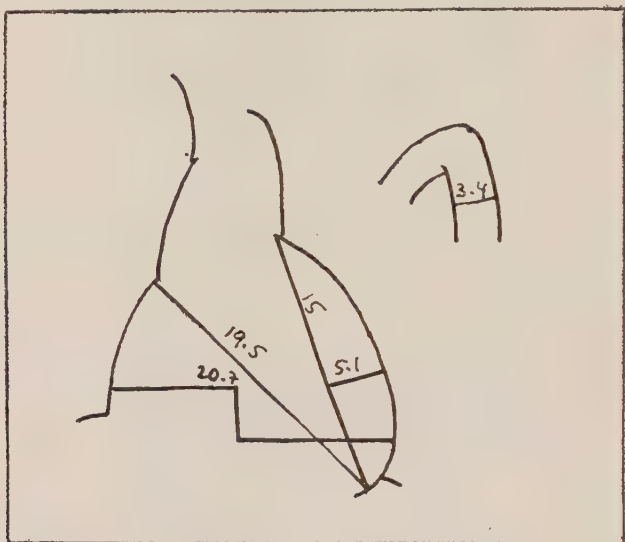


Fig. 27. — Orthodiagramme.

Une courbe très étalée du ventricule gauche. On y relève une ligne d'ascension tout d'abord verticale; à sa partie supérieure, elle se dirige obliquement vers le sommet de chasse *b*. Le plateau descend brusquement suivant une ligne oblique assez profonde et se relève

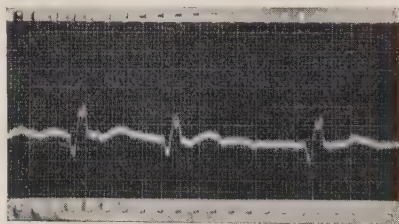


Fig. 28. — Obs. III. Électrocardiogramme.

pour former la pointe *d*, fortement accusée. Ensuite la ligne de diastole descend et s'incurve au moment où l'expansion atteint son maximum. Notons sur la première courbe diastolique très large trois petites franges ou pointes; la seconde diastole, plus brève, présente une petite pointe rappelant le sommet *a* normal.

L'anomalie de cette courbe réside principalement dans son plateau

qui est non seulement descendant, mais *affaissé* à sa partie moyenne. La courbe de la révolution cardiaque ressemble à une lettre M irrégulièrement tracée.

Quant aux franges ou pointes des diastoles, peut-être pourrait-on les attribuer, bien que l'oreillette soit en état de fibrillation à quelques manifestations éparses de flutter. Nous verrons, dans l'observation suivante, que le flutter s'objective en effet sur les radiokymogrammes.

Signalons enfin que les retraits systoliques et les expansions dias-

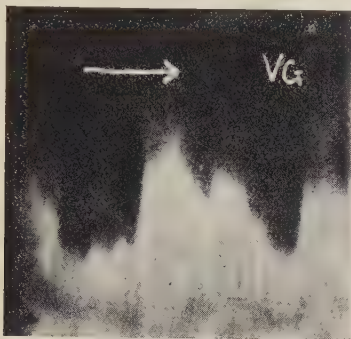


Fig. 29. — Obs. III. Radiokymographie du ventricule gauche. Le plateau présente un affaissement profond en sorte que la courbe a l'aspect d'un M irrégulièrement tracé.

toliques ont ici une amplitude sensiblement égale, les sommets positifs et négatifs affleurant, malgré leur inégalité une ligne voisine de l'horizontale.

OBSERVATION IV. — Insuffisance cardiaque. Flutter.

Sujet dont l'électrocardiogramme (fig. 30) révèle un flutter au rythme de 6 à 1.

Les courbes radiokymographiques montrent que les bords auriculaires sont hérissés de fines dentelures dont le nombre correspond sensiblement aux ondulations de l'électrocardiogramme.

Les courbes prises sur le profil de la veine cave et sur le contour du cœur présentent les mêmes dentelures.

Nous savons que sur les tracés mécaniques le flutter, comme la fibrillation, ne provoque pas de sommets auriculaires. On en a conclu à l'inactivité complète de l'oreillette. Or, nous voyons que, dans un cas où l'électrocardiogramme révèle du flutter, il se produit une sorte de trémulation auriculaire qui se transmet à tous les contours du cœur et du pédicule. C'est du moins ce qui semble indiqué par cette courbe dont les accidents constituent un apport nouveau des plus intéressants.

OBSERVATION V. — Insuffisance ventriculaire gauche. Aortite. Arythmie.

Femme de 59 ans. Dyspnée d'effort, crise angineuse. A l'auscultation : bruit de galop, clangor et souffle systolique aortique.

L'orthodiagramme montrait un cœur globalement augmenté de volume, une aorte fortement dilatée, allongée et sombre.

Les radiokymogrammes objectivent (fig. 31) :

En A, la courbe aortique à espacements irréguliers.

En VG, la courbe du ventricule gauche tout à fait atypique : entre *b* et *d* *profonde dépression*. Le plateau d'évacuation subit un véritable effondrement, ce qui pourtant n'empêche pas la courbe de se redresser pour former le sommet *d*, *aussi haut que b*.

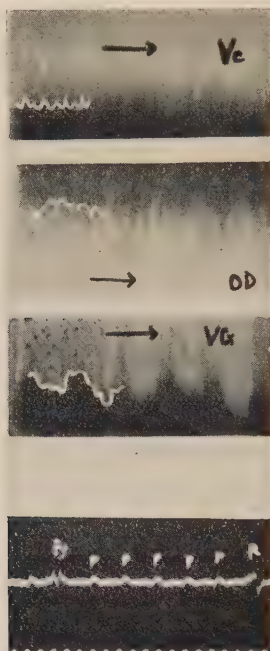


Fig. 30. — Obs. IV. Tracés radiokymographiques et électrocardiogramme dans un cas de flutter. La trémulation des parois auriculaires OD, se transmet à la veine cave VC et au ventricule gauche VG.

Pour une contraction ventriculaire, on trouve six contractions de l'oreillette sur l'électrocardiogramme, et cinq sur les radiokymographes.

En résumé, le ventricule présente dans ce cas une courbe en M typique, le plateau subissant, entre *b* et *d* un effondrement complet. Les sommets systoliques sont irréguliers quant à leurs espacements et à leurs amplitudes.

OBSERVATION VI. — Hypertension. Aortite. Insuffisance cardiaque.

Homme de 57 ans; grandes crises d'angor, la première en 1922. Actuellement, dyspnée permanente, même en décubitus; toute marche est impossible.

A l'auscultation on perçoit un clangor du 2^e bruit au foyer aortique; aucun souffle.

La tension artérielle est 22/16.

A la radioscopie augmentation de volume des deux ventricules avec prépondérance gauche, dilatation cylindrique de l'aorte et saillie du tronc de l'artère pulmonaire.

L'électrocardiogramme (fig. 32) indique de la fibrillation auriculaire.

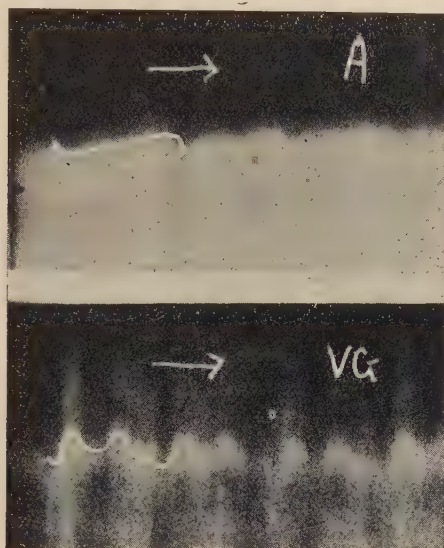


Fig. 31. — Obs. V. A, courbe radiokymographique de l'aorte; VG, courbe radiokymographique du ventricule gauche. Pour une expansion artérielle, le ventricule réalise deux contractions systoliques: le plateau est remplacé par une expansion suivie d'une contraction. Courbe en M, typique.

Les radiokymogrammes (fig. 33) pris en 4"5 donnent des courbes très étalées.

En A, le tracé aortique ne comporte que deux pulsations. La ligne d'expansion est oblique.

En OG, la courbe de l'oreillette est pure.

En VG, la courbe du ventricule gauche à la base a de faibles ondulations, le plateau est effondré; *d* est légèrement plus haut que *b*.

Nous avons donc ici encore, le même type de courbe en M avec effondrement du plateau.

CONCLUSIONS

I. — L'étude des courbes radiokymographiques montre que, malgré la complexité apparente des mouvements du cœur, les pulsations propres des parois sont exactement objectivées, si l'on a soin d'éliminer les déplacements respiratoires du cœur, en opérant pendant l'apnée. Les tracés sont comparables à ceux des méthodes mécaniques. Ils groupent, par un procédé unique, sur

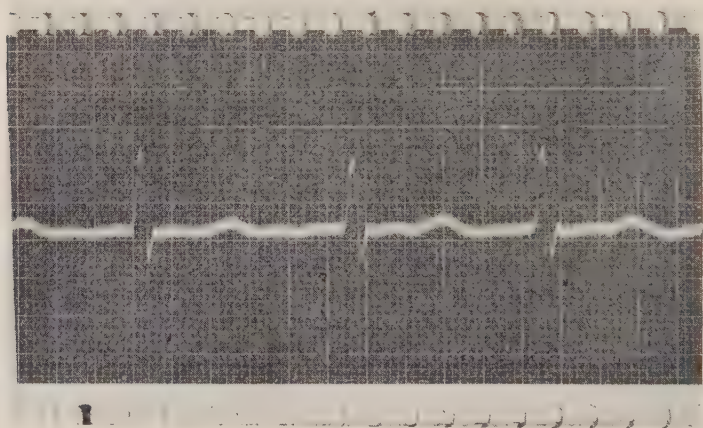


Fig. 32.

le même film, les renseignements de la cardiographie, de la phlébographie, et de la sphygmographie.

Le courbes radiokymographiques diffèrent en certains points des tracés cardiographiques, mais leurs différences favorisent les premières, car elles reproduisent sans inertie les oscillations des parois, depuis leur début jusqu'à leur terminaison.

II. — Les radiokymogrammes enregistrés avec une technique évitant les déformations dues à l'orientation défectueuse des fentes, étalant suffisamment la courbe dans un temps connu, présentent, lorsqu'on les lit horizontalement, de gauche à droite, des pointes dirigées vers le haut, ou sommets positifs et des dépressions ou

sommets négatifs. Les sommets positifs répondent aux mouvements de retrait des parois ; ils dépendent de la contraction du muscle cardiaque, de l'évacuation des cavités et des vaisseaux, ou de battements transmis. Les sommets négatifs dus aux mouve-

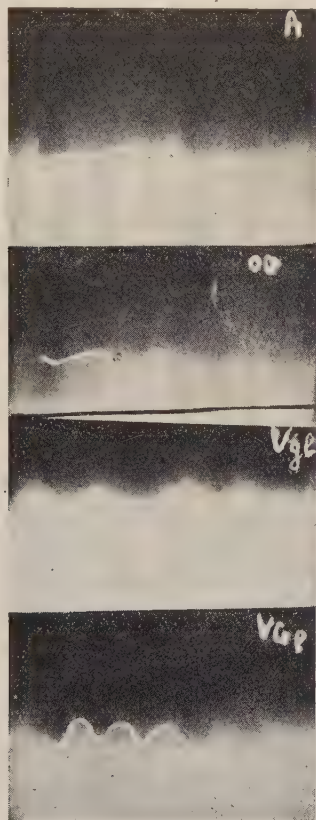


Fig. 33. — Obs. VI. Radiokymographie de l'aorte de l'arc moyen du ventricule gauche à la base et à la pointe.
Pour une expansion aortique, on retrouve deux mouvements de retrait du ventricule ; le plateau s'est effondré entre *b* et *d*.

ments d'expansion, traduisent la "dilatation, la réplétion ou, eux aussi, des pulsations transmises.

III. — Les courbes normales affectent, soit un *type pur*, soit un *type complexe*. Parmi les types complexes, nous avons identifié, pour l'oreillette gauche, un type artériel, pour l'oreillette droite, plus exactement pour le bord droit, un type par entraînement ventriculaire et un type ventriculaire essentiel.

L'inscription optique, directe, des battements permet de préciser

l'attribution des sommets positifs ou négatifs et de corriger quelques erreurs d'interprétation basées sur la lecture des tracés mécaniques.

IV. — Toutes les arhythmies sont objectivées par la radiokymographie. Elles ne le sont pas avec autant de finesse ni de clarté que par l'électrocardiographie ; pourtant certaines notations de la kymographie sont à son avantage : par exemple la hauteur des sommets qui correspond à l'amplitude réelle des oscillations des parois, après correction de l'agrandissement dû à la distance du tube au film.

L'extrasystolie s'apprécie par l'irrégularité des espacements diastoliques ; la fibrillation se reconnaît à l'absence de tout sommet auriculaire. Le flutter qui n'est pas enregistré par les méthodes mécaniques s'est traduit dans un de nos cas par une fine trémulation des parois auriculaires se propageant aux ventricules, aux artères et jusqu'à la veine cave.

V. — Dans les cardiopathies, on trouve sur les courbes radiokymographiques non seulement les plateaux d'évacuation descendants, en dôme ou ascendants, bien mis en évidence par la cardiographie, mais encore certaines modifications particulières : entre les sommets *b* et *d*, on peut relever une onde négative nettement caractérisée, bien que de forme variable. Elle donne à la courbe systolique l'aspect d'un M plus ou moins correct, suivant que la partie moyenne du plateau est seulement affaissée ou qu'elle est complètement effondrée. Rien de semblable n'a été décrit en cardiographie. On retrouve, cependant, sur certains tracés mécaniques des accidents dont on ne fait pas état et qui sont une ébauche de ce signe. Nous avons relevé ces radiokymogrammes anormaux dans des cas d'insuffisance cardiaque ; aussi pensons-nous, avec la réserve qu'impose la nouveauté de ces études, que l'aspect en M du plateau d'évacuation est susceptible de fournir des indications sur la phase tonique de la systole ventriculaire.

Tels sont les résultats de nos premières recherches en radiokymographie. Ils nous autorisent à conclure que cette méthode, tout en confirmant les renseignements des tracés mécaniques, en ajoute quelques-uns qui lui sont spéciaux et entièrement nouveaux.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris
CHARLÉTY.

Vu : Le Doyen :
G. ROUSSY.

Vu :
Le Président de thèse
M. LOEPER.

Bibliographie.

- STUMPF PLEIKART. — Das Röntgenographische Bewegungsbied und seine Anwendung, G. Thieme, Leipzig, 1931.
- DELHERM, THOYER-ROZAT et FISCHGOLD. — L'inscription radiologique de la révolution cardiaque (*Bull. de l'Académie de Médecine*, 7 février 1933).
- Professeur VAQUEZ. — Discussion à la communication (*Bull. de l'Académie de Médecine*, 7 février 1933).
- DELHERM, E. BORDET, P. THOYER-ROZAT et H. FISCHGOLD. — Étude sur les courbes radiokymographiques de la révolution cardiaque (*Archives des maladies du cœur*, novembre 1933).
- M. LARDÉ. — Radiokymographie et tuberculose pulmonaire (*Thèse*, Paris, 1933).
- M. LAMY. — Étude du point G par les méthodes nouvelles de radiologie (*Thèse*, Paris 1933).
- G. BONTE. — La contribution de la radiokymographie au diagnostic des tumeurs du médiastin (*Thèse*, Lille, 1933).
-

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.	11
Examen fonctionnel du cœur par les rayons X	13
Le principe de la radiokymographie.	17
Étude sur les courbes radiokymographiques de la révolution cardiaque	21
I. — Crochets kymographiques et courbes radiokymographiques. .	21
II. — Rapport des tracés mécaniques et des courbes radiokymogra- phiques.	23
III. — Analyse des courbes radiokymographiques normales.	25
IV. — Variations des courbes normales.	32
V. — Étude de quelques modifications pathologiques.	42
Conclusions	51
Bibliographie.	53
Table des matières.	55

BRODARD & TAUPIN
COULOMMIERS-PARIS
19961-11-33.

